

## Секция «9. Количественные методы и информационные технологии в финансах и экономике»

Применение имитационного моделирования для исследования спроса на  
рынке сотовой связи

*Дроздов Константин Алексеевич*

*Студент*

*Финансовый университет при Правительстве РФ, Факультет прикладной  
математики и информационных технологий, Москва, Россия*

*E-mail: konstantindrozd@gmail.com*

*Научный руководитель*

*д. э. н. Трегуб Илона Владимировна*

Сегодня связь и телекоммуникации представляют собой одну из наиболее динамичных развивающихся сфер на рынке. Это связано с ростом потребностей общества в получении информации, ее обмене и оперативной обработке. Именно благодаря сфере «связь и телекоммуникации» постоянно растет эффективность любой деятельности на предприятиях, современную жизнь невозможно представить без компьютеров, сети Интернет и сотовой связи. Именно о сотовой связи пойдет речь в настоящей работе.

Спрос на рынке – потребность в товарах и услугах со стороны потребителя, в данной отрасли он зависит от числа абонентов сотовой связи. В данной работе мы будем рассматривать число абонентов каждого из операторов «большой тройки»: Билайн, МТС и Мегафон. Будет найдена зависимость количества абонентов оператора сотовой связи от предполагаемых переменных: средняя выручка на одного абонента за месяц (ARPU), Выручка компаний в миллионах рублей, среднее количество минут, использованное абонентом на услуги голосовой связи (MOU), Капитальные вложения в миллионах рублей (CAPEX).

Изначально выбираются значимые переменные для составления линейной модели. Для этого при помощи программы SPSS найдем парные коэффициенты корреляции Пирсона. Затем производится построение эконометрической модели, при этом учитываются 4 основных принципа (предпосылки теоремы Гаусса-Маркова):

1. Математическое ожидание остатков равно нулю;
2. Дисперсия остатков постоянна (остатки гомоскедастичны);
3. Автокорреляция в остатках отсутствует;
4. Дисперсия остатков не зависит от экзогенных переменных.

Для оценки параметров линейной регрессии, в данной работе использовался пакет эконометрического моделирования Eviews. Спецификацию полученной эконометрической модели можно записать следующим образом:

$$\begin{cases} y_t = 65,71 - 0,08x_{1t} + 0,000329x_{2t} + u_t \\ (S_{\hat{a}_0} = 2,68)(S_{\hat{a}_1} = 0,01)(S_{\hat{a}_2} = 2,05E - 5) \end{cases}$$

Для проверки предпосылок теоремы Гаусса-Маркова, в данной работе были использованы тесты: Уайта (проверка гомоскедастичности), LM (отсутствие автокорреляции).

Наиболее вероятное значение 71,31 млн. абонентов, реальное значение 71,2 млн. человек, что вписывается в прогнозные границы, отсюда можно сделать вывод об адекватности модели.

После того, как была собрана вся информация об исследуемом объекте и построена адекватная эконометрическая модель, переходим к созданию имитационной модели.

При прогнозировании динамики абонентской базы будем учитывать, что будущие показатели экзогенных переменных (на 1 квартал 2013 года) неизвестны, значит, нужно сначала построить их вероятностные модели.

Представим переменные в следующем виде:

Переменные	Уравнения
$x_1 - ARPU, rubles$	$x_1 = 237,32 + 2,8t + v_t, v_t \sim N(-0,00425; 15,183)$
$x_2 - MOU, min.$	$x_2 = 46291 + 2185,6t + w_t, w_t \sim N(0,8945; 3194,1)$

Таким образом, после представления экзогенных переменных в виде  $x_i = b_0 + b_1t + v_t$ , где  $v_t = x_i - \tilde{x}_i$ , и нахождения распределений для остатков найденных трендов, мы получили следующую спецификацию имитационной модели:

$$\left\{ \begin{array}{l} y_t = 65,71 - 0,08x_{1t} + 0,000329x_{2t} + u_t \\ (S_{\tilde{a}_0} = 2,68)(S_{\tilde{a}_1} = 0,01)(S_{\tilde{a}_2} = 2,05E - 5) \\ u_t \sim N(0; 0,82) \\ x_1 = 237,32 + 2,8t + v_t \\ x_2 = 46291 + 2185,6t + w_t \\ v_t \sim N(-0,00425; 15,183) \\ w_t \sim N(0,8945; 3194,1) \end{array} \right.$$

Используя данную имитационную модель можно сказать, что количество абонентов для оператора в первом квартале 2013 года будет лежать в интервале  $[70,5; 76,16]$ . По данным от 07 июня 2013 года в первом квартале 2013 года оператор имел 71,3 млн абонентов, что позволяет признать модель корректной.

Для нахождения равновесного спроса и предложения на рынке рассмотрим модель Курно как частный случай равновесия по Нэшу. Предпосылки модели Курно заключаются в следующем:

1. Существуют 2 фирмы А и В, производящие однородный товар;
2. Известна кривая рыночного спроса;
3. Обе фирмы принимают решения о выпуске товара одновременно и не сговариваясь;
4. Обе компании предполагают, что выпуск конкурента является постоянным, продавцы не знают, насколько грубы их собственные ошибки.

Для рынка мобильной связи мы получили следующее равновесие по Нэшу:

$$\begin{cases} p_1^* = \frac{4,47 + 0,0000003c_1 + 0,00036c_2}{0,11} \\ p_2^* = \frac{13,44 + 0,0078c_1 + 0,028c_2}{0,07} \end{cases}$$

при этом количество абонентов при этом можно вычислить по формулам:

$$\begin{cases} q_1^* = \frac{33,88 + 0,000034c_1 - 0,0024c_2}{3} \\ q_2^* = \frac{-9,22 + 0,011c_1 + 0,035c_2}{3} \end{cases}$$

Отсюда можно выяснить, при каких значениях издержек равновесные цены тарифного плана и количество абонентов будут неотрицательны. Имеем

$$\begin{cases} 33,88 + 0,000034c_1 - 0,0024c_2 \geq 0 \\ -9,22 + 0,011c_1 + 0,035c_2 \geq 0 \end{cases}$$

Учитывая условие неотрицательности величин  $c_1$  и  $c_2$ , имеем область, ограниченную осью ординат и указанными выше границами, с угловыми точками  $(0;260,07)$ ,  $(0;13856,11)$ ,  $(807,76;0)$ .

### Литература

1. Бывшев В.А. Эконометрика: Учебное пособие. М.: Финансы и статистика, 2008.
2. Трегуб И.В. Прогнозирование экономических показателей на рынке дополнительных услуг сотовой связи: Монография. М.: Изд-во ПСТМ, 2009. – 196 с.
3. Лабскер Л.Г., Бабешко Л.О. Игровые методы в управлении экономикой и бизнесом: Учеб. пособие – М.: Дело, 2001. – 406 с.
4. Данилов В. И. Лекции по теории игр. М.: Российская экономическая школа, 2002